

Densidad mineral ósea en adultos: Una revisión sistemática sobre las técnicas de medición

Camilo Urra-Albornoz¹, Rubén Vidal-Espinoza², Margot Rivera-Portugal³, Alberto Urzúa Alul⁴, Anderson Marques de Moraes⁵, Evandro Lázari⁶, Marco Cossio-Bolaños¹, Rossana Gomez-Campos¹.

¹ Universidad Católica del Maule, Talca, Chile; ² Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile; ³ Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú; ⁴ Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile; ⁵ Facultad de Educação Física, Pontifícia Universidad Católica de Campinas, Sao Paulo, Brazil; ⁶ Facultad de Ciências Aplicadas – UNICAMP, Sao Paulo, Brasil.

Resumen

Fundamentos: Conforme avanza la edad, el sistema esquelético sufre modificaciones estructurales, que afectan la masa muscular (sarcopenia) y masa ósea (osteopenia), por lo que debe ser evaluado periódicamente. El objetivo fue identificar las regiones anatómicas que más se utilizan en la evaluación de la Densidad Mineral Ósea (DMO) en adultos mayores (AM) a través de la absorciometría de rayos X dual energía (DXA), controlando la realización de actividad física.

Métodos: Se efectuó un estudio de revisión sistemática, utilizando las bases de datos de PUB MED y SCOPUS. Las palabras claves para la búsqueda de información fueron: aging, elderly, bone mineral density, physical activity, bone health. Se consideró el periodo de años 2016-2020.

Resultados: Fueron identificados 12 estudios primarios; 9 estudios reportaron el uso de Columna Lumbar (CL) y Cuello Femoral (CF) para evaluar la DMO como puntos referenciales, además 5 estudios que han utilizado el Cuerpo Total (CT) y CF. En cuanto al control de la Actividad Física (AF), 7 han utilizado acelerómetros y 5 cuestionarios de auto-reporte.

Conclusiones: Se demostró que la absorciometría de rayos X dual (DXA) es muy utilizada para evaluar la DMO en AM, cuyos puntos anatómicos preferidos por los estudios son la CL y CF.

Palabras clave: Densidad Mineral ósea; Adultos mayores; DXA; Actividad física.

Evaluation of Bone Mineral Density in Older Adults by DXA: A Systematic Review

Summary

Background: As age progresses, the skeletal system undergoes structural modifications, which affect muscle mass (sarcopenia) and bone mass (osteopenia), so it must be evaluated periodically. The objective was to identify the anatomical regions that are most used in the evaluation of Bone Mineral Density (BMD) in older adults (AM) through dual energy x-ray absorptiometry (DXA), controlling the performance of physical activity.

Methods: A systematic review study was conducted, using the PUB MED and SCOPUS databases. The key words for the information search were: aging, elderly, bone mineral density, physical activity, bone health. The period of years 2016-2020 was considered.

Results: 12 primary studies were identified; 9 studies reported the use of Lumbar Spine (LS) and Femoral Neck (FC) to assess BMD as reference points, in addition to 5 studies that have used Total Body (TC) and CF. As for the control of Physical Activity (PA), 7 have used accelerometers and 5 self-report questionnaires.

Conclusions: It was demonstrated that dual X-ray absorptiometry (DXA) is widely used to evaluate BMD in AM, whose anatomical points preferred by the studies are CL and CF.

Key words: Bone Mineral density; Elderly; DXA; Physical Activity.

Introducción

El envejecimiento humano es un proceso irreversible e inexorable, caracterizado por cambios morfológicos, funcionales y bioquímicos en el cuerpo humano, incluido el sistema musculoesquelético (1).

De hecho, conforme avanza la edad, el sistema esquelético sufre modificaciones estructurales que afectan principalmente la pérdida de masa muscular (sarcopenia), masa ósea (osteopenia u osteoporosis) y fuerza (2).

Estas modificaciones, con el transcurso de la edad sufren cambios negativos, reflejando una mayor fragilidad ósea en las fracturas (3) y un aumento significativo de prevalencia de riesgo de caídas. Estos cambios provocados pueden generar que las personas mayores se vean limitadas en su movilidad física, lo que finalmente afectaría su capacidad de independencia funcional (4) y calidad de vida, especialmente entre las mujeres, debido a cambios hormonales (5) y a una consecuente disminución en los niveles de actividad física (AF) (6), durante el envejecimiento.

En general, la AF tiene un efecto potencial de prevención sobre la Densidad Mineral Ósea (DMO), disminuyendo la progresión de problemas asociados a la salud ósea (6), a su vez, actúa aliviando el dolor musculoesquelético, mejorando el efecto anti-cifosis y acelerando la recuperación funcional, tras sufrir secuelas de fracturas osteoporóticas.

Es por ello que es necesario controlar los niveles de AF, especialmente cuando se evalúa la DMO en adultos mayores (AM), debido a su alta potencialidad en la prevención primaria y secundaria de la osteoporosis en la población que envejece (7).

En consecuencia, desde el año 2001 la osteoporosis es considerada por el Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos como la

afección ósea metabólica más prevalente, asociada como "la epidemia silente del siglo XXI (8,9), convirtiéndose en los últimos años en una creciente causa de morbi-mortalidad en adultos mayores.

De hecho, las evidencias científicas muestran que la osteoporosis es más fácil de prevenir que de tratar (10,11). Sin embargo, al ser una enfermedad asintomática hace difícil la identificación inmediata durante el envejecimiento, por lo que la detección temprana de osteoporosis es importante durante esta etapa de la vida, puesto que independientemente del método a utilizar, la evaluación de la salud ósea debe caracterizarse por ser confiable, rápida, económica e idealmente con mínima radiación.

Usualmente se recomienda evaluar la DMO mediante la absorciometría dual de rayos X (DXA) (12), aunque existen otras técnicas como la absorciometría fotónica simple (SPA), la absorciometría fotónica dual (DPA), la ultrasonografía (BUA) (13) o la antropometría (14) entre otras. En consecuencia, ante una amplia variedad de métodos de evaluación de la DMO aplicadas en diversas poblaciones y regiones del mundo (15-19), es necesario identificar los puntos anatómicos que se suelen evaluar para cuantificar la DMO en AM por medio de la DXA, pues esta información es sumamente relevante, puesto que la sistematización de información como un medio de investigación documental puede contribuir a ahorrar tiempo en la elaboración de una adecuada historia clínica y examen físico de los pacientes. Por lo general, un escaneo de DXA simple demanda entre 4 a 5 minutos y un escaneo completo entre 7 a 10 minutos (20). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es identificar las regiones anatómicas que más se utilizan en la evaluación de la DMO en

AM a través de la DXA, controlando la realización de actividad física

Se utilizó la base de datos de PUB MED y SCOPUS cuyas temáticas están asociadas al campo de las ciencias de la salud. Se utilizaron las palabras claves: aging, elderly, bone mineral density, bone health y physical activity.

Material y métodos

Tipo de estudio

Se efectuó un estudio documental de revisión sistemática de los trabajos originales publicados que controlaban la AF y los métodos de evaluación de la DMO en AM. Se consideró la información de los últimos 5 años (2016-2020). Para la búsqueda se utilizaron las palabras claves: aging, elderly, bone mineral density, physical activity, bone health.

En una *primera etapa* se identificaron un total de 274 estudios, a los cuales se les aplicó un filtro por los últimos 5 años, enero 2016 hasta octubre 2020, quedando en 144 posibles estudios potenciales. *En la segunda etapa* (cribado y/o tamizaje) se procedió a la lectura del total de los resúmenes considerando solo los artículos originales, seleccionándose 51 estudios. *En la tercera etapa* se identificaron 12 estudios como elegibles, en el que se incluyeron los que consideraban el DXA como método de evaluación de la DMO y el control de la actividad física. La tabla 1 muestra los pasos desarrollados para sistematizar la información.

Técnicas e instrumentos

Se utilizó la técnica de la observación para establecer las técnicas más utilizadas en la evaluación de la DMO de AM. El instrumento donde se registró la información de cada uno de los estudios fue una ficha.

Búsqueda bibliográfica

Tabla 1. Características de estudios realizados en los años 2016-2020.

N	Autor(res)	Año de publicación	País	Muestra			Total
				Edad	Damas	Varones	
1	Drey M, et al. ²¹	2020	Alemania	65 a 97	145	23	168
2	Hind K, et al. ²²	2020	Inglaterra	62 Promedio	112	92	214
3	Kolbasi E, et al. ²³	2020	Turquía	65 a más	201	112	313
4	Rodríguez-Gómez I, et al. ²⁴	2020	España	65 a 94	125	102	227
5	Scott D, et al. ²⁵	2020	Australia	70 a más	1705	--	1705
6	Su Y, et al. ²⁶	2020	China	65 a más	1573	1424	2997
7	Rodríguez-Gómez I, et al. ²⁷	2019	España	76 Promedio	476	395	871
8	Hallkvist O, et al. ²⁸	2018	Suecia	70 Promedio	1000	1040	2040
9	Rodríguez-Gómez I, et al. ²⁹	2018	España	76 Promedio	476	395	871
10	Braun S, et al. ³⁰	2017	EEUU	60 a más	51	--	51
11	Isanejad M, et al. ³¹	2017	Finlandia	65 a 72	554	--	554
12	Tarantino U, et al. ³²	2016	Italia	71 a 82	54	--	54

Análisis de estudios

Para el análisis estadístico se utilizó la estadística descriptiva de frecuencia y

porcentajes (%) y por medio de análisis de contenido los indicadores considerados en la ficha de registro de información.

Resultados

La tabla 2 muestra los estudios que han utilizado la DXA para analizar la DMO según puntos anatómicos y método de control de la AF en AM. Se puede apreciar que, del total de 12 artículos primarios, 9 estudios utilizan dos regiones anatómicas (columna lumbar (CL) y

cuello femoral (CF)) para evaluar la DMO en AM, mientras que 5 estudios han utilizado tres regiones anatómicas (cuerpo total (CT), CL y CF). Se observa también que un único estudio evaluó tres regiones anatómicas (CL, CF y radio izquierdo (RI)), en el que se destaca el RI.

En general el 100% de los estudios (n=12) han controlado la AF, destacando que la mayoría 7(58%) han utilizado acelerómetros, mientras que el 5(42%) utilizaron cuestionarios de AF.

Tabla 2. Evaluación de la DMO según región anatómica en Adultos mayores, controlando la AF.

n	Autor(res)	Tipo de estudio	Control de AF	Región anatómica
1	Drey M, et al. ²¹	Transversal	Cuestionario	CT; CL; CF
2	Hind K, et al. ²²	Transversal	Acelerómetros	CL; CF
3	Kolbasi E, et al. ²³	Transversal	Escala RAPA de Evaluación Rápida de la Actividad Física	CL
4	Rodríguez-Gómez I, et al. ²⁴	Longitudinal	Acelerómetros	CT; CL; CF
5	Scott D, et al. ²⁵	Transversal	Escala de actividad física para anciano	CT;CL
6	Su Y, et al. ²⁶	Transversal	Acelerómetros	CF
7	Rodríguez-Gómez I, et al. ²⁷	Transversal	Acelerómetros	CT; CL; CF
8	Hallkvist O, et al. ²⁸	Transversal	Acelerómetros	CL; CF; RI
9	Rodríguez-Gómez I, et al. ²⁹	Transversal	Acelerómetros	CT; CL; CF
10	Braun S, et al. ³⁰	Transversal	Acelerómetros	CL; CF
11	Isanejad M, et al. ³¹	Longitudinal	Auto informe	CT; CL; CF
12	Tarantino U, et al. ³²	Transversal	Escala de actividad física para anciano	CL; CF

Leyenda: DXA= Absorciometría de rayos X de doble energía, DXA (gm/cm²); CT= Cuerpo total; CL= Columna lumbar; CF= Cuello femoral; RI= Radio izquierdo.

Discusión

La DXA es una técnica patrón-oro que sirve para el pronóstico de la enfermedad de osteoporosis (33), permite evaluar y monitorizar los cambios de DMO en poblaciones de adultos mayores de diversas poblaciones del mundo (1,4,5,6).

Tras los resultados obtenidos en la sistematización de estudios primarios utilizado DXA como método de evaluación de la DMO en AM, esta revisión sistemática evidenció que las regiones anatómicas

preferidas por los investigadores son la CL y CF, puesto que fueron nueve estudios los que han reportado sus resultados utilizando ambas regiones anatómicas como puntos referenciales, además se identificaron 5 estudios que han utilizado además de CT y CF, el CT.

Varios estudios han recomendado que la evaluación de la DMO en AM debe ser mediante DXA, evaluando en sobre la columna lumbar (L1 a L4) y en la proyección anteroposterior a ambas caderas (cuello

femoral y/o cadera total) (22,25,30,33), para diagnosticar osteoporosis entre los pacientes.

Esta información es relevante, puesto que sirve para estimar el riesgo de fractura, así como para tomar decisiones terapéuticas y evaluar la respuesta al tratamiento de los pacientes (34), pues la disminución de la DMO con el transcurso del envejecimiento y la edad es evidente. Además, este deterioro es continuo durante el resto de la vida y las tasas de fracturas vertebrales y de cadera también aumentan con el transcurso de la edad (35). De hecho, en los últimos años se ha reportado valores de prevalencias de fracturas en columna siendo la más frecuente con un 32% en mujeres mayores de 50 años (36), cuello femoral y cadera a nivel mundial representa el 20% (37) y en latinoamérica la tasa de mortalidad por fractura de cadera va de 23 a 30% en muestras de AM (38). Por lo que las evaluaciones durante la etapa del envejecimiento deben ser efectuadas de forma periódica. Pues durante esta etapa es ampliamente conocido que se producen cambios irreversibles e inexorables, afectando los parámetros morfológicos, funcionales y bioquímicos en el cuerpo humano (39); además, en los últimos años el porcentaje de la población mundial de personas mayores de 65 años se duplicará, pasando de alrededor del 11% al 22% a nivel mundial. En consecuencia, para 2050 habrá 2 mil millones de personas de 65 años o más, viviendo en todo el mundo (40), lo cual traerá mayores consecuencias en la salud general de esta población.

En cuanto a la imagen de cuerpo entero, este procedimiento permite analizar la composición corporal total. Esto resulta útil para la evaluación de pacientes con trastorno ponderal en enfermedades endocrinas, y para evaluar el retraso de crecimiento en pacientes pediátricos (41). La evaluación de DXA de cuerpo entero puede además tener

utilidad para valorar la lipodistrofia asociada a la infección retroviral (42), en el seguimiento de las artroplastias (43) o para establecer el riesgo cardiovascular (44).

Es importante considerar que los AM con mejor DMO, por lo general poseen un nivel de AF adecuado, siendo esta una estrategia preventiva para la osteoporosis, por lo que, en este estudio también se incluyeron las investigaciones que consideraron el control de la variable de AF, ya que es necesario verificar las técnicas más utilizadas para un mayor y mejor control de la AF en los AM. De hecho, en este estudio se ha verificado que, de 16 estudios, 7 han utilizado acelerómetros (22,24,26-30) y 5 utilizaron cuestionarios (21,23,25,31,32) lo que demuestra la gran importancia de controlar los patrones de AF entre los AM.

En esencia, la práctica de AF de moderada a intensa se asocia con una reducción del riesgo de fractura de cadera del 45% y del 38% en AM (40), lo que sugiere que el riesgo de caídas se reduce generalmente entre las personas físicamente activas mientras que aumenta potencialmente entre las personas más inactivas (45).

En este estudio no se incluyeron investigaciones experimentales, se consideró estudios transversales y longitudinales, la cual, podría ser considerada como una posible limitación. Sin embargo, estudios futuros deben destacar estos aspectos y podrían ampliar el rango de años, y las bases de datos. También es necesario destacar que es una de las primeras revisiones sistemáticas que se basan en identificar los puntos anatómicos para una población específica de AM, lo que puede servir como un estudio referencial y de línea de base para los investigadores y profesionales que trabajan con AM.

En conclusión, esta revisión sistemática ha demostrado que la DXA es muy utilizada para evaluar la DMO en AM, cuyos puntos anatómicos preferidos por los estudios son la CL y CF. Esta información puede servir para diseñar en el futuro un posible consenso entre los estudios, lo que podría ser útil para desarrollar protocolos específicos para una población de AM. Sin embargo, aún existen desafíos que superar como verificar la precisión y exactitud, lo que puede ser investigado por medio de un meta-análisis.

Referencias

1. Padilla Colón CJ, Molina-Vicenty IL, Frontera-Rodríguez M, et al. Muscle and Bone Mass Loss in the Elderly Population: Advances in diagnosis and treatment. *J Biomed (Syd)*. 2018;3:40–49.
2. Araújo AP, Bertolini SMMG, Junior JM. Morphophysiological alterations resulted from the process of musculoskeletal system aging and its consequences for the human body. *Perspectivas: biológicas e saúde*. 2014; 4:22–34.
3. Hermoso de Mendoza. Clasificación de la osteoporosis. Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico diferencial. *An. Sis. Sanit. Navar*. 2003; 26 (Suple. 3): 29-52.
4. Järvinen TL, Sievänen H, Khan KM, Heinonen A, Kannus P. Shifting the focus in fracture prevention from osteoporosis to falls. *BMJ*. 2008;336(7636):124–6.
5. Al-Azzawi F, Palacios S. Hormonal changes during menopause. *Maturitas*. 2009;63(2):135-7.
6. Slingerland AS, van Lenthe FJ, Jukema JW, Kamphuis CB, Looman C, Giskes K, Huisman M, Narayan KV, Mackenbach JP, Brug J. Aging, retirement, and changes in physical activity: prospective cohort findings from the GLOBE study. *American journal of epidemiology*. 2007;165(12):1356-63.
7. McMillan L, Zengin A, Ebeling P & Scott D. Prescribing Physical Activity for the Prevention and Treatment of Osteoporosis in Older Adults. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 2017;5(4);85.
8. Nogués Solán X. ¿Qué conocemos realmente sobre la osteoporosis? *Rev Lberoam Menop* 2004; 6(2):15-8.
9. Guañabens Gay N. Es fundamental identificar a los grupos de riesgo para prevenir el desarrollo de fracturas. *Reumatismos* 2003; 2(1):5-8.
10. Siegrist M. Role of physical activity in the prevention of osteoporosis. *Med Monatsschr Pharm*. 2008;31(7):259-564.
11. Benjamin RM. Bone health: preventing osteoporosis. *Public Health Rep*. 2010; 125(3):368–370.
12. Sweet MG, Sweet JM, Jeremiah MP, Galazka SS. Diagnosis and treatment of osteoporosis. *Am Fam Physician* 2009; 79: 193-200.
13. Ibáñez R. Técnicas de medida de densidad de masa ósea. In *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2003; Vol. 26: pp. 19-27. Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
14. Cossio-Bolaños M, Gómez-Campos R, Lee-Andruske C, De Arruda M, & Urra-Albornoz, C. Proposed equations and reference values for calculating bone health in children and adolescent based on age and sex. *PLOS ONE* 2017;12(7): e0181918.
15. Su M, Chen Z, Baker B, Buchanan S, Bembem D, Bembem M. Muscle-Bone Interactions in Chinese Men and Women Aged 18–35 Years. *Journal of Osteoporosis*. 2020; 2020, ID 8126465, 9 pages
16. Torrejón C, Galaz MI, Vizueta E, Álvarez AM, Wu E, Chávez A, Villarroel J, Yohannessen K, Hevia M, Vivanco M, Rivero C. Evaluación de la densidad mineral ósea en niños con infección vertical por VIH. *Revista chilena de infectología*. 2018;35(6):634-41.
17. Iglesias-Blázquez C, Regueras-Santos L, Menéndez-Arias C, Jorquera-Plaza F, de-Paz-Fernández JA, Rodríguez-Fernández LM. Densidad mineral ósea en niños celiacos. Indicaciones de estudio y efecto de la exclusión del gluten de la dieta. *Nutrición Hospitalaria*. 2018;35(3):543-9.
18. Neira LV, León EC, Fernández CR, Laurel WM. Comparación entre los valores de densidad mineral ósea obtenidos por densitometría dual de rayos X, con los parámetros de ultrasonido del calcáneo. *Rev. Soc. Per. Med. Inter*. 2004;17(1):9.

19. Viña Simón E. Estudio de la densidad mineral ósea en la diabetes mellitus infantojuvenil. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones; 2003.
20. Sartoris D, & Resnick, D. Dual-energy radiographic absorptiometry for bone densitometry: current status and perspective. *American Journal of Roentgenology*, 1989;152(2);241-246.
21. Drey M, Henkel M, Petermeise S, Weiß S, Ferrari U, Rottenkolber M, Schmidmaier R. Assessment of bone and muscle measurements by peripheral quantitative computed tomography in geriatric patients. *Journal of Clinical Densitometry*. 2018; 23(4): 604-610.
22. Hind K, Hayes L, Basterfield L, Pearce MS, Birrell F. Objectively-measured sedentary time, habitual physical activity and bone strength in adults aged 62 years: the Newcastle Thousand Families Study. *Journal of Public Health*. 2020; 26;42(2):325-32.
23. Kolbasi EN, Demirdag F, Yildiz K, Murat S, Balkaya G. Determinants of Bone Health in Older Adults. *Medeniyet Medical Journal*. 2020;35(1):23.
24. Rodríguez-Gómez I, Mañas A, Losa-Reyna J, Rodríguez-Mañas L, Chastin SF, Alegre LM, García-García FJ, Ara I. Prospective Changes in the Distribution of Movement Behaviors Are Associated With Bone Health in the Elderly According to Variations in their Frailty Levels. *Journal Bone Miner Res*. 2020; 35(7):1236-1245.
25. Scott D, Seibel MJ, Cumming R, Naganathan V, Blyth F, Le Couteur DG, Handelsman DJ, Hsu B, Waite LM, Hirani V. Comparison of clinical risk factors for incident fracture in obese and non-obese community-dwelling older men. *Bone*. 2020;16:115433.
26. Su Y, Elshorbagy A, Turner C, Refsum H, Chan R, Kwok T. Circulating amino acids are associated with bone mineral density decline and ten-year major osteoporotic fracture risk in older community-dwelling adults. *Bone*. 2019;129:115082.
27. Rodríguez-Gómez I, Mañas A, Losa-Reyna J, Rodríguez-Mañas L, Chastin SF, Alegre LM, ... & Ara I. The Impact of Movement Behaviors on Bone Health in Elderly with Adequate Nutritional Status: Compositional Data Analysis Depending on the Frailty Status. *Nutrients*. 2019; 11(3): 582.
28. Hallkvist OM, Johansson J, Nordström A, Nordström P, Hult A. Dairy product intake and bone properties in 70-year-old men and women. *Archives of osteoporosis* 2018;13(1): 9.
29. Rodríguez-Gómez I, Mañas A, Losa-Reyna J, Rodríguez-Mañas L, Chastin SF, Alegre LM, ... & Ara I. Associations between sedentary time, physical activity and bone health among older people using compositional data analysis. *PLoS One*. 2018; 13(10), e0206013.
30. Braun SI, Kim Y, Jetton AE, Kang M, Morgan DW. Sedentary behavior, physical activity, and bone health in postmenopausal women. *Journal of aging and physical activity*. 2017;25(2):173-181.
31. Isanejad M, Sirola J, Mursu J, Kröger H, Tuppurainen M, Erkkilä AT. Association of protein intake with bone mineral density and bone mineral content among elderly women: The OSTPRE fracture prevention study. *The journal of nutrition, health & aging*. 2017;21(6): 622-630.
32. Tarantino U, Baldi J, Scimeca M, Piccirilli E, Piccioli A, Bonanno E, & Gasbarra E. The role of sarcopenia with and without fracture. *Injury*. 2016; 47: S3-S10.
33. Man Z, Larroude MS. Osteoporosis. In Molina J, Alarcón-Segovia D, Molina JF, Anaya JM, Cardiel MH. *Texto de Reumatología, Fundamentos de Medicina (CIB)*. 6 ed, 2005: 456-481.6].
34. Camacho PM, Petak SM, Binkley N, Clarke BL, Harris ST, Hurley DL, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Clinical Practice Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Postmenopausal Osteoporosis. *Endocr Pract* 2016; 22 (4): 1-42
35. Marques EA, Mota J, Carvalho J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Age (Dordrecht, Netherlands)* 2012;34(6):1493–1515. <https://doi.org/10.1007/s11357-011-9311-8>
36. Naves DM, Díaz JB, Gómez AC, Altadill A, Rodríguez RA, Cannata JB. Estudio de incidencia de fracturas osteoporóticas en una

- cohorte de individuos mayores de 50 años en Asturias tras 6 años de seguimiento. *Med Clin (Barc)* 2000; 115: 650-653
37. Sambrook P, Cooper C. Osteoporosis. *Lancet*. 2006;367:2010-8.
38. Gómez-García F. Morbimortalidad de fracturas de cadera en el Hospital de Traumatología Magdalena de las Salinas. IMSS. *Rev Mex Ortop Traum*. 1998;2: 48-52
39. Pinto CL, Botelho PB, Carneiro JA, Mota JF. Impact of creatine supplementation in combination with resistance training on lean mass in the elderly. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2016;7(4):413–21.
40. Padilla CJ, Molina-Vicenty IL, Frontera-Rodríguez M, García-Ferré A, Rivera BP, Cintrón-Vélez G, Frontera-Rodríguez S. Muscle and Bone Mass Loss in the Elderly Population: Advances in diagnosis and treatment. *Journal of Biomedicine Sydney, NSW*, 2018;3:40–49. <https://doi.org/10.7150/jbm.23390>
41. Bachrach LK. Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) measurements of bone density and body composition: promise and pitfalls. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2000;13:983.
42. Yang Y, Zhu WD, Paton NI. Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry machines for measuring fat distribution changes of HIV- associated lipodystrophy. *Antivir Ther*. 2004;9:771
43. Spittlehouse AJ, Smith TW, Eastell R. Bone loss around 2 different types of hip prostheses. *J Arthroplasty*. 1998;13:422
44. Moayyeri A. The association between physical activity and osteoporotic fractures: a review of the evidence and implications for future research. *Ann Epidemiol*. 2008;18(11):827–35
45. Wiklund P, Toss F, Weinehall L, Hallmans G, Franks PW, Nordström A, et al. Abdominal and gynoid fat mass are associated with cardiovascular risk factors in men and women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93:4360.
- 46.

